

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

## IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-326939

(43)Date of publication of application : 08.12.1998

(51)Int.CI. H01S 3/18  
H04J 14/00  
H04J 14/02

(21)Application number : 09-133614

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 23.05.1997

(72)Inventor : SAKAUCHI MASAHIRO

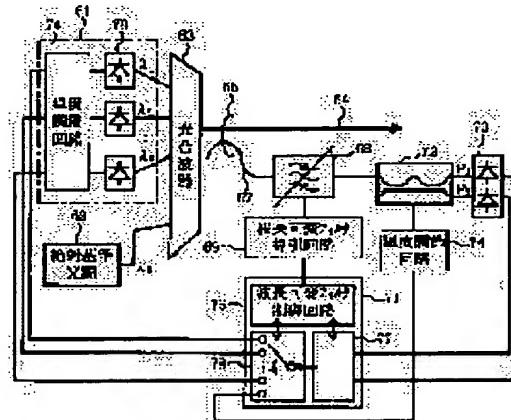
## (54) WAVELENGTH STABILIZATION DEVICE FOR MULTIPLE WAVELENGTH LIGHT SOURCE

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a wavelength stabilization device for a multiple wavelength light source, capable of making the small number of photodetectors be sufficient, thus eliminating the need of a highly accurate circuit device and reducing ambient temperature dependency.

**SOLUTION:** A signal light outputted from laser diodes 791-79N inside an N wave multi-wavelength light source 61 is multiplexed in an optical multiplexer 63, and the part of it is demultiplexed in an optical demultiplexer 65 and turned to monitor light 67. The monitor light 67 is inputted to a wavelength variable filter 68, one kind of each of the wavelengths is successively selected and inputted to an optical cycle filter 72, and the signal light P1 and P2 of a through port and a cross port is detected. A control part 71 computes a feedback amount based on them, and the temperature of the corresponding laser diode 79 is adjusted in a temperature adjustment circuit 74.

Thus, the two pieces of the photodetectors 73 are sufficient, and when the sweeping of the wavelength is performed, the need for a highly accurate circuit is eliminated.



### LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 23.05.1997

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 15.06.1999

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C) 1998,2000 Japanese Patent Office

(19)日本国特許庁 (JP)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-326939

(43)公開日 平成10年(1998)12月8日

(51)Int.Cl.  
 H01S 3/18  
 H04J 14/00  
 14/02

審査請求 有 請求項の数5 OL (全9頁)

P I  
 H01S 3/18  
 H04B 9/00

E

(21)出願番号 特願平9-133614  
 (22)出願日 平成9年(1997)6月23日

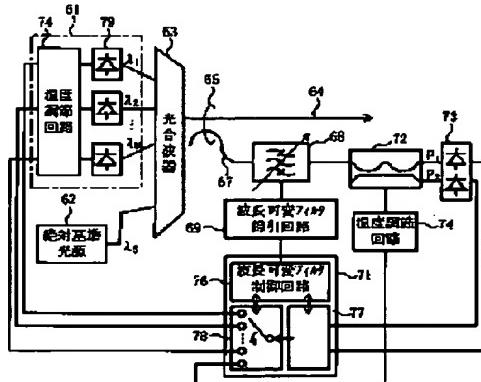
(71)出願人 000004237  
 日本電気株式会社  
 京都府港区芝五丁目7番1号  
 (72)発明者 板内 正志  
 京都府港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内  
 (74)代理人 弁理士 山内 梅雄

## (54)【発明の名称】 多波長光源用波長安定化装置

## (57)【要約】

【課題】 光検出器の個数がわずかで足り、高精度の回路装置を不要とし、環境温度依存性も低減することでのできる多波長光源用波長安定化装置を実現する。

【解決手段】 N波多波長光源6 1内のレーザダイオード7 9, ~7 9, から出力された信号光は光台波器6 3で合波され、光分波器6 5でその一部が分波されてモニタ光6 7となる。モニタ光6 7は波長可変フィルタ6 8に入力され、順に1種類ずつの波長が選択されて光周期フィルタ7 2に入力され、光検出器7 3でスルーポートと信号光のクロスポートの信号光P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>が検出される。制御部7 1はこれを基にして帰還差を演算し温度調節回路7 4で対応するレーザダイオード7 9の温度調節を行う。本発明によれば、光検出器7 3の個数が2個で足り、しかも波長の撮引を行えば、高精度の回路が不要になる。



(2)

特開平10-326939

1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 温度調節回路によってそれぞれ温度調節される複数のレーザダイオードを各波長の信号光出力用に備えた多波長光源から出力される多波長の信号光を入力してこれらレーザダイオードに1つずつ対応する波長の信号光を順に選択する波長選択手段と、この波長選択手段によって選択された波長の信号光を入力して位相の異なる2つの透過光を出力する光周期フィルタと、

この光周期フィルタの出力する2つの透過光を検出してそれぞれ電気信号に変換する光検出器と、この光検出器のこれら2種類の検出結果を演算して前記波長選択手段によって選択された波長に対応するレーザダイオードの温度を帰還制御するための帰還量を、波長選択手段が波長の選択を行なうたびに順に切り替えて前記温度調節回路に与える帰還ループとを具備することを特徴とする多波長光源用波長安定化装置。

【請求項2】 前記波長選択手段は帰引型波長可変フィルタで構成され、前記レーザダイオードに1つずつ対応する波長の信号光を選択した時点で前記帰還ループの帰還制御によって該当するレーザダイオードの温度調節が完了し前記2種類の検出結果の演算値が所定の値となるまで帰引を一時停止することを特徴とする請求項1記載の多波長光源用波長安定化装置。

【請求項3】 前記光周期フィルタの温度を調節する光周期フィルタ温度調節手段を備え、前記多波長光源から出力される波長以外の波長で所定の基準光源から出力される波長を前記波長選択手段が選択したとき前記光検出器の検出結果の演算による帰還量をこの光周期フィルタ温度調節手段に与えて光周期フィルタの温度制御を行うことを特徴とする請求項1記載の多波長光源用波長安定化装置。

【請求項4】 前記光周期フィルタはマッハウェンダ型周波数多点カプラで構成されていることを特徴とする請求項1記載の多波長光源用波長安定化装置。

【請求項5】 前記光周期フィルタは光ファイバグレーティングで構成されていることを特徴とする請求項1記載の多波長光源用波長安定化装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は多波長光伝送システムにおける光路の安定化を図った多波長光源用波長安定化装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 多波長光伝送システムでは、それぞれ異なる複数の波長の光源を用意し、これらの光源から出力される光信号を合波して伝送するようになっている。

【0003】 図8は、従来の多波長光源のための波長安定化装置を表したものである。この装置は、多波長光源1と、この多波長光源1から出力される複数の波

2

長入<sub>1</sub>、入<sub>2</sub>、……入<sub>n</sub>を合波するための光合波器12と、この光合波器12に接続され、光信号の伝送を行う伝送線路13を備えている。多波長光源1には波長の監視を行うための波長計14が接続されている。

【0004】 伝送線路13の中には光分波器15が配置されており、伝送線路13を介して伝送される光信号の一部がモニタ光として分波されるようになっている。分波されたモニタ光は、帰引型可変波長フィルタ16に入力される。帰引型可変波長フィルタ16には帰引制御を行なうためのフィルタ幅引制御回路17が接続されている。他、フィルタを通過した後のモニタ光の検出を行う光検出器18が接続されている。光検出器18の検出出力は、ピーク検出および誤差算出回路19に入力されるようになっている。フィルタ幅引制御回路17は、ピーク検出および誤差算出回路19および帰還ループ選択制御部21とも接続されており、これらの制御も行なうようになっている。

【0005】 ところで、多波長光源11は前記した入<sub>1</sub>、入<sub>2</sub>、……入<sub>n</sub>の各波長の光信号を個別に出力するための第1～第Nのレーザダイオード23<sub>1</sub>～23<sub>N</sub>と、これらのレーザダイオード23<sub>1</sub>～23<sub>N</sub>の温度調節を行う温度調節回路24と、1つの波長監視用レーザダイオード25と、この波長監視用レーザダイオード25の駆動を行うAFC(Auto Frequency Control)回路26とを備えている。ここで、波長監視用レーザダイオード25の波長は、波長計14によって常に監視されるようになっている。帰還ループ選択制御部21は、

入<sub>1</sub>、入<sub>2</sub>、……入<sub>n</sub>の各波長に対応してピーク検出および誤差算出回路19から出力される誤差信号27を順に選択して温度調節回路24に送出し、これらの波長にそれに対応した第1～第Nのレーザダイオード23<sub>1</sub>～23<sub>N</sub>の温度制御を行なうようになっている。

【0006】 このような構成の多波長光源用波長安定化装置では、図8に示した多波長光源11から出力される各波長入<sub>1</sub>、入<sub>2</sub>、……入<sub>n</sub>の光信号が、光合波器12によって合波され、伝送線路13に送り出される。その一部は、モニタ光として光分波器15から帰引型可変波長フィルタ16に入力される。フィルタ幅引制御回路17は、帰引型可変波長フィルタ16に対して周期的に波長の帰引を行い、モニタ光のそれぞれのピーク波長の情報を光検出器18によって時間軸上の電気パルス信号31に変換して、これをピーク検出および誤差算出回路19に送出するようになっている。

【0007】 図9は、フィルタ幅引制御回路の動作を説明するためのものである。同図(a)は図8に示した帰引型可変波長フィルタ16によって波長を変化させていく帰引フィルタ32の様子を表わしたものである。同図(b)は、帰引型可変波長フィルタ16に入力されるモニタ光としての各波長入<sub>1</sub>、入<sub>2</sub>、……入<sub>n</sub>の光信号

50 (WDM信号光波長) 33を表わしている。同図(c)

(3)

特開平10-326939

4

3  
は、帰引フィルタ32の帰引結果として光検出器18から出力される電気パルス信号31の波形を表わしている。ここでは、一例として時間△1ごとに各波長 $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ 、 $\dots$ 、 $\lambda_n$ の光信号のピークが現われている。

【0008】図8に戻って説明を続ける。ピーク検出および誤差算出回路19では、電気パルス信号31のそれぞれのピーク位置を検出し、各波長 $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ 、 $\dots$ 、 $\lambda_n$ に対応するものとして予め設定していた位置との比較を行って一連の誤差信号27を算出する。誤差信号27は帰還ループ選択制御部21に順次入力される。フィルタ帰引制御回路17は各波長 $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ 、 $\dots$ 、 $\lambda_n$ に対応するものを順次選択し、誤差信号27、～27として温度調節回路24に送出させる。温度調節回路24は、これらの誤差信号27、～27を用いて、第1～第Nのレーザダイオード23、～23の温度制御を行なうことで、それぞれの波長 $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ 、 $\dots$ 、 $\lambda_n$ の調整を行う。波長監視用レーザダイオード25は、波長計14によってその波長が常に監視されており、規定波長からの誤差分はAFC回路26に帰還されている。したがって、波長監視用レーザダイオード25の波長を固定することで多波長光源1の全波長 $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ 、 $\dots$ 、 $\lambda_n$ に対する絶対波長安定性が確保されることになる。

【0009】図10は、従来の多波長光源用波長安定化装置の他の例を表わしたものである。この図10で図8と同一部分には同一の符号を使用しており、これらの説明を適宜省略する。この図10で多波長光源41は第1～第Nのレーザダイオード23、～23、と温度調節回路24から構成されている。多波長光源41から出力される各波長 $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ 、 $\dots$ 、 $\lambda_n$ の光信号と絶対基準光源42から出力される基準となる絶対波長の光信号とは光合波器12に入力されて合波され、伝送線路13に送り出される。その一部は、モニタ光として光分波器15から波長弁別器44に入力される。

【0010】波長弁別器44は、それぞれの波長に対して位相が反転した2つの透過光出力を隣接するポートから得るようになっている。これら各波長 $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ 、 $\dots$ 、 $\lambda_n$ および絶対波長ごとの2つの透過光出力は、光検出器45の対応する検出素子に入力されて電気信号に変換される。それぞれの波長についての対の電気信号は、各波長 $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ 、 $\dots$ 、 $\lambda_n$ に対応した誤差検出器46、～46、および絶対波長に対応した誤差検出器47に投入される。

【0011】それぞれの誤差検出器46、～46、～47では、図11に示すように、各波長 $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ 、 $\dots$ 、 $\lambda_n$ ごとにそれぞれ隣接するポートの出力パワーの比が1になるように誤差信号27、～27、～48を出力する。このうちの各波長 $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ 、 $\dots$ 、 $\lambda_n$ に対応した誤差信号27、～27は、温度調節回路24に供給されて温度による帰還制御が行われ、第1～第Nのレーザダイオード23、～23の波長の制御が行われる。ま

た、誤差検出器47から出力される誤差信号48は温度調節回路49帰還され、これを基にして絶対波長に対する温度制御が行われる。これにより、環境温度変化に対する安定した波長弁別特性が保証されている。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】このような従来の多波長光源用波長安定化装置のうち、図8に示した装置では、次のような問題があった。まず、帰引型可変波長フィルタ16として、透過帯域幅が十分に狭く、波長選択性が良いものが必要とされ、装置のコストアップを招くということである。これは、ピーク検出および誤差算出回路19におけるピーク検出回路部分でピークを検出する際に、帰引型可変波長フィルタ16の透過帯域幅が広いと、雜音等の影響によってピーク位置の検出を正確に行なうことができないことによるものである。

【0013】図8に示した装置の第2の問題点は、帰引型可変波長フィルタ16を駆動するためのフィルタ帰引制御回路17の波長帰引特性、すなわち帰引時間に対する透過ピーク波長のリニアリティおよび安定性に高い精度が要求され、同様にこれが装置のコストアップを招く要因になるということである。この装置では、多波長光源の相対的なピーク波長の位置の情報を時間軸上の電気パルス信号列に変換しているので、帰引時間に対する透過ピーク波長特性のリニアリティや安定性が、多波長光源の波長精度を決定する要因になるからである。

【0014】また、図10に示した従来の多波長光源用波長安定化装置では、まず第1として、原理的に光検出器45を構成する検出素子の数が多波長光源41の各波長 $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ 、 $\dots$ 、 $\lambda_n$ の総数の2倍の個数だけ必要になります。これがコストアップの要因になるという問題があった。また、第2の問題点として絶対基準光源42に対して波長弁別器44の全体の温度を安定化させる構成をとってはいるものの、波長弁別器44自体が比較的大きな光学デバイスであるため、環境温度変動に対する高精度な温度の安定化が困難であるという問題があった。これにより、高い波長精度を期待することが困難であった。更に図10に示した装置では、波長弁別器44によってその扱うことのできる多波長光源の波長数が限定されてしまうという問題もあった。

【0015】そこで本発明の目的は、光検出器の個数がわずかで足り、しかも高精度の回路装置を不要とし、環境温度依存性も低減することのできる多波長光源用波長安定化装置を提供することにある。

【0016】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の発明では、(イ) 温度調節回路によってそれぞれ温度調節される複数のレーザダイオードを各波長の信号光出力に備えた多波長光源から出力される多波長の信号光を投入してこれらレーザダイオードに1つずつ対応する波長の信号光を順に選択する波長選択手段と、(ロ) この波長選

(4)

特開平10-326939

6

5

択手段によって選択された波長の信号光を入力して位相の異なる2つの透過光を出力する光周期フィルタと、

(ハ) この光周期フィルタの出力する2つの透過光を検出してそれぞれ電気信号に変換する光検出器と、(ニ)この光検出器のこれら2種類の検出結果を演算して波長選択手段によって選択された波長に対応するレーザダイオードの温度を帰還制御するための帰還量を、波長選択手段が波長の選択を行うたびに順に切り替えて温度調節回路に与える帰還ループとを多波長光源用波長安定化装置に備置させる。

【0017】すなわち請求項1記載の発明では、波長選択手段によって多波長の信号光の中から1種類ずつ信号光を選択し、光周期フィルタに入力することで、この出力側に配置された光検出器の個数がレーザダイオードの数によらずに最小限の数で足りることにしている。また、光周期フィルタが、入力された波長の信号光を例えれば位相が180度異なるよう位相の異なる2種類の信号光を出力するので、これを基にして波長安定点に波長をシフトさせるための帰還量を温度調節回路に帰還させて、1種類ずつレーザダイオードの温度調節を行えるようしている。

【0018】請求項2記載の発明では、請求項1記載の多波長光源用波長安定化装置の波長選択手段が帰還型波長可変フィルタで構成され、レーザダイオードに1つずつ対応する波長の信号光を選択した時点で帰還ループの帰還制御によって該当するレーザダイオードの温度調節が完了し2種類の検出結果の演算値が所定の値となるまで帰還を一時停止することを特徴としている。

【0019】すなわち、請求項2記載の発明では、波長選択手段が帰還型波長可変フィルタで構成されることで、例えは多波長の信号光を順に帰還することで短波長から1種類ずつレーザダイオードの温度調節を行うことができる。

【0020】請求項3記載の発明では、請求項1記載の多波長光源用波長安定化装置が光周期フィルタの温度を調節する光周期フィルタ温度調節手段を備え、多波長光源から出力される波長以外の波長で所定の基準光源から出力される波長を波長選択手段が選択したとき光検出器の検出結果の演算による帰還量をこの光周期フィルタ温度調節手段に与えて光周期フィルタの温度制御を行うことを特徴としている。

【0021】すなわち、請求項3記載の発明では、多波長光源用波長安定化装置の中で温度調節が唯一必要とされる光周期フィルタの温度を調節することとして、環境温度の変動に高精度に対応できるようしている。

【0022】請求項4記載の発明では、請求項1記載の多波長光源用波長安定化装置の光周期フィルタはマッハウェンダ型回波散光多直カブラで構成されていることを特徴としており、請求項5記載の発明ではこれが光ファイバグレーティングで構成されていることを特徴として

いる。

【0023】

【発明の実施の形態】

【0024】

【実施例】以下実施例につき本発明を詳細に説明する。

【0025】図1は本発明の一実施例における多波長光源用波長安定化装置の回路構成を示したものである。この装置は、N波多波長光源61と、基準となる絶対基準光源62と、これらから出力される複数の波長入<sub>1</sub>、入<sub>2</sub>、入<sub>3</sub>、入<sub>4</sub>、入<sub>5</sub>、入<sub>6</sub>、入<sub>7</sub>、入<sub>8</sub>、入<sub>9</sub>、入<sub>10</sub>、入<sub>11</sub>、入<sub>12</sub>、入<sub>13</sub>、入<sub>14</sub>、入<sub>15</sub>、入<sub>16</sub>、入<sub>17</sub>、入<sub>18</sub>、入<sub>19</sub>、入<sub>20</sub>、入<sub>21</sub>、入<sub>22</sub>、入<sub>23</sub>、入<sub>24</sub>、入<sub>25</sub>、入<sub>26</sub>、入<sub>27</sub>、入<sub>28</sub>、入<sub>29</sub>、入<sub>30</sub>、入<sub>31</sub>、入<sub>32</sub>、入<sub>33</sub>、入<sub>34</sub>、入<sub>35</sub>、入<sub>36</sub>、入<sub>37</sub>、入<sub>38</sub>、入<sub>39</sub>、入<sub>40</sub>、入<sub>41</sub>、入<sub>42</sub>、入<sub>43</sub>、入<sub>44</sub>、入<sub>45</sub>、入<sub>46</sub>、入<sub>47</sub>、入<sub>48</sub>、入<sub>49</sub>、入<sub>50</sub>、入<sub>51</sub>、入<sub>52</sub>、入<sub>53</sub>、入<sub>54</sub>、入<sub>55</sub>、入<sub>56</sub>、入<sub>57</sub>、入<sub>58</sub>、入<sub>59</sub>、入<sub>60</sub>、入<sub>61</sub>、入<sub>62</sub>、入<sub>63</sub>、入<sub>64</sub>、入<sub>65</sub>、入<sub>66</sub>、入<sub>67</sub>、入<sub>68</sub>、入<sub>69</sub>、入<sub>70</sub>、入<sub>71</sub>、入<sub>72</sub>、入<sub>73</sub>、入<sub>74</sub>、入<sub>75</sub>、入<sub>76</sub>、入<sub>77</sub>、入<sub>78</sub>、入<sub>79</sub>、入<sub>80</sub>、入<sub>81</sub>、入<sub>82</sub>、入<sub>83</sub>、入<sub>84</sub>、入<sub>85</sub>、入<sub>86</sub>、入<sub>87</sub>、入<sub>88</sub>、入<sub>89</sub>、入<sub>90</sub>、入<sub>91</sub>、入<sub>92</sub>、入<sub>93</sub>、入<sub>94</sub>、入<sub>95</sub>、入<sub>96</sub>、入<sub>97</sub>、入<sub>98</sub>、入<sub>99</sub>、入<sub>100</sub>、入<sub>101</sub>、入<sub>102</sub>、入<sub>103</sub>、入<sub>104</sub>、入<sub>105</sub>、入<sub>106</sub>、入<sub>107</sub>、入<sub>108</sub>、入<sub>109</sub>、入<sub>110</sub>、入<sub>111</sub>、入<sub>112</sub>、入<sub>113</sub>、入<sub>114</sub>、入<sub>115</sub>、入<sub>116</sub>、入<sub>117</sub>、入<sub>118</sub>、入<sub>119</sub>、入<sub>120</sub>、入<sub>121</sub>、入<sub>122</sub>、入<sub>123</sub>、入<sub>124</sub>、入<sub>125</sub>、入<sub>126</sub>、入<sub>127</sub>、入<sub>128</sub>、入<sub>129</sub>、入<sub>130</sub>、入<sub>131</sub>、入<sub>132</sub>、入<sub>133</sub>、入<sub>134</sub>、入<sub>135</sub>、入<sub>136</sub>、入<sub>137</sub>、入<sub>138</sub>、入<sub>139</sub>、入<sub>140</sub>、入<sub>141</sub>、入<sub>142</sub>、入<sub>143</sub>、入<sub>144</sub>、入<sub>145</sub>、入<sub>146</sub>、入<sub>147</sub>、入<sub>148</sub>、入<sub>149</sub>、入<sub>150</sub>、入<sub>151</sub>、入<sub>152</sub>、入<sub>153</sub>、入<sub>154</sub>、入<sub>155</sub>、入<sub>156</sub>、入<sub>157</sub>、入<sub>158</sub>、入<sub>159</sub>、入<sub>160</sub>、入<sub>161</sub>、入<sub>162</sub>、入<sub>163</sub>、入<sub>164</sub>、入<sub>165</sub>、入<sub>166</sub>、入<sub>167</sub>、入<sub>168</sub>、入<sub>169</sub>、入<sub>170</sub>、入<sub>171</sub>、入<sub>172</sub>、入<sub>173</sub>、入<sub>174</sub>、入<sub>175</sub>、入<sub>176</sub>、入<sub>177</sub>、入<sub>178</sub>、入<sub>179</sub>、入<sub>180</sub>、入<sub>181</sub>、入<sub>182</sub>、入<sub>183</sub>、入<sub>184</sub>、入<sub>185</sub>、入<sub>186</sub>、入<sub>187</sub>、入<sub>188</sub>、入<sub>189</sub>、入<sub>190</sub>、入<sub>191</sub>、入<sub>192</sub>、入<sub>193</sub>、入<sub>194</sub>、入<sub>195</sub>、入<sub>196</sub>、入<sub>197</sub>、入<sub>198</sub>、入<sub>199</sub>、入<sub>200</sub>、入<sub>201</sub>、入<sub>202</sub>、入<sub>203</sub>、入<sub>204</sub>、入<sub>205</sub>、入<sub>206</sub>、入<sub>207</sub>、入<sub>208</sub>、入<sub>209</sub>、入<sub>210</sub>、入<sub>211</sub>、入<sub>212</sub>、入<sub>213</sub>、入<sub>214</sub>、入<sub>215</sub>、入<sub>216</sub>、入<sub>217</sub>、入<sub>218</sub>、入<sub>219</sub>、入<sub>220</sub>、入<sub>221</sub>、入<sub>222</sub>、入<sub>223</sub>、入<sub>224</sub>、入<sub>225</sub>、入<sub>226</sub>、入<sub>227</sub>、入<sub>228</sub>、入<sub>229</sub>、入<sub>230</sub>、入<sub>231</sub>、入<sub>232</sub>、入<sub>233</sub>、入<sub>234</sub>、入<sub>235</sub>、入<sub>236</sub>、入<sub>237</sub>、入<sub>238</sub>、入<sub>239</sub>、入<sub>240</sub>、入<sub>241</sub>、入<sub>242</sub>、入<sub>243</sub>、入<sub>244</sub>、入<sub>245</sub>、入<sub>246</sub>、入<sub>247</sub>、入<sub>248</sub>、入<sub>249</sub>、入<sub>250</sub>、入<sub>251</sub>、入<sub>252</sub>、入<sub>253</sub>、入<sub>254</sub>、入<sub>255</sub>、入<sub>256</sub>、入<sub>257</sub>、入<sub>258</sub>、入<sub>259</sub>、入<sub>260</sub>、入<sub>261</sub>、入<sub>262</sub>、入<sub>263</sub>、入<sub>264</sub>、入<sub>265</sub>、入<sub>266</sub>、入<sub>267</sub>、入<sub>268</sub>、入<sub>269</sub>、入<sub>270</sub>、入<sub>271</sub>、入<sub>272</sub>、入<sub>273</sub>、入<sub>274</sub>、入<sub>275</sub>、入<sub>276</sub>、入<sub>277</sub>、入<sub>278</sub>、入<sub>279</sub>、入<sub>280</sub>、入<sub>281</sub>、入<sub>282</sub>、入<sub>283</sub>、入<sub>284</sub>、入<sub>285</sub>、入<sub>286</sub>、入<sub>287</sub>、入<sub>288</sub>、入<sub>289</sub>、入<sub>290</sub>、入<sub>291</sub>、入<sub>292</sub>、入<sub>293</sub>、入<sub>294</sub>、入<sub>295</sub>、入<sub>296</sub>、入<sub>297</sub>、入<sub>298</sub>、入<sub>299</sub>、入<sub>300</sub>、入<sub>301</sub>、入<sub>302</sub>、入<sub>303</sub>、入<sub>304</sub>、入<sub>305</sub>、入<sub>306</sub>、入<sub>307</sub>、入<sub>308</sub>、入<sub>309</sub>、入<sub>310</sub>、入<sub>311</sub>、入<sub>312</sub>、入<sub>313</sub>、入<sub>314</sub>、入<sub>315</sub>、入<sub>316</sub>、入<sub>317</sub>、入<sub>318</sub>、入<sub>319</sub>、入<sub>320</sub>、入<sub>321</sub>、入<sub>322</sub>、入<sub>323</sub>、入<sub>324</sub>、入<sub>325</sub>、入<sub>326</sub>、入<sub>327</sub>、入<sub>328</sub>、入<sub>329</sub>、入<sub>330</sub>、入<sub>331</sub>、入<sub>332</sub>、入<sub>333</sub>、入<sub>334</sub>、入<sub>335</sub>、入<sub>336</sub>、入<sub>337</sub>、入<sub>338</sub>、入<sub>339</sub>、入<sub>340</sub>、入<sub>341</sub>、入<sub>342</sub>、入<sub>343</sub>、入<sub>344</sub>、入<sub>345</sub>、入<sub>346</sub>、入<sub>347</sub>、入<sub>348</sub>、入<sub>349</sub>、入<sub>350</sub>、入<sub>351</sub>、入<sub>352</sub>、入<sub>353</sub>、入<sub>354</sub>、入<sub>355</sub>、入<sub>356</sub>、入<sub>357</sub>、入<sub>358</sub>、入<sub>359</sub>、入<sub>360</sub>、入<sub>361</sub>、入<sub>362</sub>、入<sub>363</sub>、入<sub>364</sub>、入<sub>365</sub>、入<sub>366</sub>、入<sub>367</sub>、入<sub>368</sub>、入<sub>369</sub>、入<sub>370</sub>、入<sub>371</sub>、入<sub>372</sub>、入<sub>373</sub>、入<sub>374</sub>、入<sub>375</sub>、入<sub>376</sub>、入<sub>377</sub>、入<sub>378</sub>、入<sub>379</sub>、入<sub>380</sub>、入<sub>381</sub>、入<sub>382</sub>、入<sub>383</sub>、入<sub>384</sub>、入<sub>385</sub>、入<sub>386</sub>、入<sub>387</sub>、入<sub>388</sub>、入<sub>389</sub>、入<sub>390</sub>、入<sub>391</sub>、入<sub>392</sub>、入<sub>393</sub>、入<sub>394</sub>、入<sub>395</sub>、入<sub>396</sub>、入<sub>397</sub>、入<sub>398</sub>、入<sub>399</sub>、入<sub>400</sub>、入<sub>401</sub>、入<sub>402</sub>、入<sub>403</sub>、入<sub>404</sub>、入<sub>405</sub>、入<sub>406</sub>、入<sub>407</sub>、入<sub>408</sub>、入<sub>409</sub>、入<sub>410</sub>、入<sub>411</sub>、入<sub>412</sub>、入<sub>413</sub>、入<sub>414</sub>、入<sub>415</sub>、入<sub>416</sub>、入<sub>417</sub>、入<sub>418</sub>、入<sub>419</sub>、入<sub>420</sub>、入<sub>421</sub>、入<sub>422</sub>、入<sub>423</sub>、入<sub>424</sub>、入<sub>425</sub>、入<sub>426</sub>、入<sub>427</sub>、入<sub>428</sub>、入<sub>429</sub>、入<sub>430</sub>、入<sub>431</sub>、入<sub>432</sub>、入<sub>433</sub>、入<sub>434</sub>、入<sub>435</sub>、入<sub>436</sub>、入<sub>437</sub>、入<sub>438</sub>、入<sub>439</sub>、入<sub>440</sub>、入<sub>441</sub>、入<sub>442</sub>、入<sub>443</sub>、入<sub>444</sub>、入<sub>445</sub>、入<sub>446</sub>、入<sub>447</sub>、入<sub>448</sub>、入<sub>449</sub>、入<sub>450</sub>、入<sub>451</sub>、入<sub>452</sub>、入<sub>453</sub>、入<sub>454</sub>、入<sub>455</sub>、入<sub>456</sub>、入<sub>457</sub>、入<sub>458</sub>、入<sub>459</sub>、入<sub>460</sub>、入<sub>461</sub>、入<sub>462</sub>、入<sub>463</sub>、入<sub>464</sub>、入<sub>465</sub>、入<sub>466</sub>、入<sub>467</sub>、入<sub>468</sub>、入<sub>469</sub>、入<sub>470</sub>、入<sub>471</sub>、入<sub>472</sub>、入<sub>473</sub>、入<sub>474</sub>、入<sub>475</sub>、入<sub>476</sub>、入<sub>477</sub>、入<sub>478</sub>、入<sub>479</sub>、入<sub>480</sub>、入<sub>481</sub>、入<sub>482</sub>、入<sub>483</sub>、入<sub>484</sub>、入<sub>485</sub>、入<sub>486</sub>、入<sub>487</sub>、入<sub>488</sub>、入<sub>489</sub>、入<sub>490</sub>、入<sub>491</sub>、入<sub>492</sub>、入<sub>493</sub>、入<sub>494</sub>、入<sub>495</sub>、入<sub>496</sub>、入<sub>497</sub>、入<sub>498</sub>、入<sub>499</sub>、入<sub>500</sub>、入<sub>501</sub>、入<sub>502</sub>、入<sub>503</sub>、入<sub>504</sub>、入<sub>505</sub>、入<sub>506</sub>、入<sub>507</sub>、入<sub>508</sub>、入<sub>509</sub>、入<sub>510</sub>、入<sub>511</sub>、入<sub>512</sub>、入<sub>513</sub>、入<sub>514</sub>、入<sub>515</sub>、入<sub>516</sub>、入<sub>517</sub>、入<sub>518</sub>、入<sub>519</sub>、入<sub>520</sub>、入<sub>521</sub>、入<sub>522</sub>、入<sub>523</sub>、入<sub>524</sub>、入<sub>525</sub>、入<sub>526</sub>、入<sub>527</sub>、入<sub>528</sub>、入<sub>529</sub>、入<sub>530</sub>、入<sub>531</sub>、入<sub>532</sub>、入<sub>533</sub>、入<sub>534</sub>、入<sub>535</sub>、入<sub>536</sub>、入<sub>537</sub>、入<sub>538</sub>、入<sub>539</sub>、入<sub>540</sub>、入<sub>541</sub>、入<sub>542</sub>、入<sub>543</sub>、入<sub>544</sub>、入<sub>545</sub>、入<sub>546</sub>、入<sub>547</sub>、入<sub>548</sub>、入<sub>549</sub>、入<sub>550</sub>、入<sub>551</sub>、入<sub>552</sub>、入<sub>553</sub>、入<sub>554</sub>、入<sub>555</sub>、入<sub>556</sub>、入<sub>557</sub>、入<sub>558</sub>、入<sub>559</sub>、入<sub>560</sub>、入<sub>561</sub>、入<sub>562</sub>、入<sub>563</sub>、入<sub>564</sub>、入<sub>565</sub>、入<sub>566</sub>、入<sub>567</sub>、入<sub>568</sub>、入<sub>569</sub>、入<sub>570</sub>、入<sub>571</sub>、入<sub>572</sub>、入<sub>573</sub>、入<sub>574</sub>、入<sub>575</sub>、入<sub>576</sub>、入<sub>577</sub>、入<sub>578</sub>、入<sub>579</sub>、入<sub>580</sub>、入<sub>581</sub>、入<sub>582</sub>、入<sub>583</sub>、入<sub>584</sub>、入<sub>585</sub>、入<sub>586</sub>、入<sub>587</sub>、入<sub>588</sub>、入<sub>589</sub>、入<sub>590</sub>、入<sub>591</sub>、入<sub>592</sub>、入<sub>593</sub>、入<sub>594</sub>、入<sub>595</sub>、入<sub>596</sub>、入<sub>597</sub>、入<sub>598</sub>、入<sub>599</sub>、入<sub>600</sub>、入<sub>601</sub>、入<sub>602</sub>、入<sub>603</sub>、入<sub>604</sub>、入<sub>605</sub>、入<sub>606</sub>、入<sub>607</sub>、入<sub>608</sub>、入<sub>609</sub>、入<sub>610</sub>、入<sub>611</sub>、入<sub>612</sub>、入<sub>613</sub>、入<sub>614</sub>、入<sub>615</sub>、入<sub>616</sub>、入<sub>617</sub>、入<sub>618</sub>、入<sub>619</sub>、入<sub>620</sub>、入<sub>621</sub>、入<sub>622</sub>、入<sub>623</sub>、入<sub>624</sub>、入<sub>625</sub>、入<sub>626</sub>、入<sub>627</sub>、入<sub>628</sub>、入<sub>629</sub>、入<sub>630</sub>、入<sub>631</sub>、入<sub>632</sub>、入<sub>633</sub>、入<sub>634</sub>、入<sub>635</sub>、入<sub>636</sub>、入<sub>637</sub>、入<sub>638</sub>、入<sub>639</sub>、入<sub>640</sub>、入<sub>641</sub>、入<sub>642</sub>、入<sub>643</sub>、入<sub>644</sub>、入<sub>645</sub>、入<sub>646</sub>、入<sub>647</sub>、入<sub>648</sub>、入<sub>649</sub>、入<sub>650</sub>、入<sub>651</sub>、入<sub>652</sub>、入<sub>653</sub>、入<sub>654</sub>、入<sub>655</sub>、入<sub>656</sub>、入<sub>657</sub>、入<sub>658</sub>、入<sub>659</sub>、入<sub>660</sub>、入<sub>661</sub>、入<sub>662</sub>、入<sub>663</sub>、入<sub>664</sub>、入<sub>665</sub>、入<sub>666</sub>、入<sub>667</sub>、入<sub>668</sub>、入<sub>669</sub>、入<sub>670</sub>、入<sub>671</sub>、入<sub>672</sub>、入<sub>673</sub>、入<sub>674</sub>、入<sub>675</sub>、入<sub>676</sub>、入<sub>677</sub>、入<sub>678</sub>、入<sub>679</sub>、入<sub>680</sub>、入<sub>681</sub>、入<sub>682</sub>、入<sub>683</sub>、入<sub>684</sub>、入<sub>685</sub>、入<sub>686</sub>、入<sub>687</sub>、入<sub>688</sub>、入<sub>689</sub>、入<sub>690</sub>、入<sub>691</sub>、入<sub>692</sub>、入<sub>693</sub>、入<sub>694</sub>、入<sub>695</sub>、入<sub>696</sub>、入<sub>697</sub>、入<sub>698</sub>、入<sub>699</sub>、入<sub>700</sub>、入<sub>701</sub>、入<sub>702</sub>、入<sub>703</sub>、入<sub>704</sub>、入<sub>705</sub>、入<sub>706</sub>、入<sub>707</sub>、入<sub>708</sub>、入<sub>709</sub>、入<sub>710</sub>、入<sub>711</sub>、入<sub>712</sub>、入<sub>713</sub>、入<sub>714</sub>、入<sub>715</sub>、入<sub>716</sub>、入<sub>717</sub>、入<sub>718</sub>、入<sub>719</sub>、入<sub>720</sub>、入<sub>721</sub>、入<sub>722</sub>、入<sub>723</sub>、入<sub>724</sub>、入<sub>725</sub>、入<sub>726</sub>、入<sub>727</sub>、入<sub>728</sub>、入<sub>729</sub>、入<sub>730</sub>、入<sub>731</sub>、入<sub>732</sub>、入<sub>733</sub>、入<sub>734</sub>、入<sub>735</sub>、入<sub>736</sub>、入<sub>737</sub>、入<sub>738</sub>、入<sub>739</sub>、入<sub>740</sub>、入<sub>741</sub>、入<sub>742</sub>、入<sub>743</sub>、入<sub>744</sub>、入<sub>745</sub>、入<sub>746</sub>、入<sub>747</sub>、入<sub>748</sub>、入<sub>749</sub>、入<sub>750</sub>、入<sub>751</sub>、入<sub>752</sub>、入<sub>753</sub>、入<sub>754</sub>、入<sub>755</sub>、入<sub>756</sub>、入<sub>757</sub>、入<sub>758</sub>、入<sub>759</sub>、入<sub>760</sub>、入<sub>761</sub>、入<sub>762</sub>、入<sub>763</sub>、入<sub>764</sub>、入<sub>765</sub>、入<sub>766</sub>、入<sub>767</sub>、入<sub>768</sub>、入<sub>769</sub>、入<sub>770</sub>、入<sub>771</sub>、入<sub>772</sub>、入<sub>773</sub>、入<sub>774</sub>、入<sub>775</sub>、入<sub>776</sub>、入<sub>777</sub>、入<sub>778</sub>、入<sub>779</sub>、入<sub>780</sub>、入<sub>781</sub>、入<sub>782</sub>、入<sub>783</sub>、入<sub>784</sub>、入<sub>785</sub>、入<sub>786</sub>、入<sub>787</sub>、入<sub>788</sub>、入<sub>789</sub>、入<sub>790</sub>、入<sub>791</sub>、入<sub>792</sub>、入<sub>793</sub>、入<sub>794</sub>、入<sub>795</sub>、入<sub>796</sub>、入<sub>797</sub>、入<sub>798</sub>、入<sub>799</sub>、入<sub>800</sub>、入<sub>801</sub>、入<sub>802</sub>、入<sub>803</sub>、入<sub>804</sub>、入<sub>805</sub>、入<sub>806</sub>、入<sub>807</sub>、入<sub>808</sub>、入<sub>809</sub>、入<sub>810</sub>、入<sub>811</sub>、入<sub>812</sub>、入<sub>813</sub>、入<sub>814</sub>、入<sub>815</sub>、入<sub>816</sub>、入<sub>817</sub>、入<sub>818</sub>、入<sub>819</sub>、入<sub>820</sub>、入<sub>821</sub>、入<sub>822</sub>、入<sub>823</sub>、入<sub>824</sub>、入<sub>825</sub>、入<sub>826</sub>、入<sub>827</sub>、入<sub>828</sub>、入<sub>829</sub>、入<sub>830</sub>、入<sub>831</sub>、入<sub>832</sub>、入<sub>833</sub>、入<sub>834</sub>、入<sub>835</sub>、入<sub>836</sub>、入<sub>837</sub>、入<sub>838</sub>、入<sub>839</sub>、入<sub>840</sub>、入<sub>841</sub>、入<sub>842</sub>、入<sub>843</sub>、入<sub>844</sub>、入<sub>845</sub>、入<sub>846</sub>、入<sub>847</sub>、入<sub>848</sub>、入<sub>849</sub>、入<sub>850</sub>、入<sub>851</sub>、入<sub>852</sub>、入<sub>853</sub>、入<sub>854</sub>、入<sub>855</sub>、入<sub>856</sub>、入<sub>857</sub>、入<sub>858</sub>、入<sub>859</sub>、入<sub>860</sub>、入<sub>861</sub>、入<sub>862</sub>、入<sub>863</sub>、入<sub>864</sub>、入<sub>865</sub>、入<sub>866</sub>、入<sub>867</sub>、入<sub>868</sub>、入<sub>869</sub>、入<sub>870</sub>、入<sub>871</sub>、入<sub>872</sub>、入<sub>873</sub>、入<sub>874</sub>、入<sub>875</sub>、入<sub>876</sub>、入<sub>877</sub>、入<sub>878</sub>、入<sub>879</sub>、入<sub>880</sub>、入<sub>881</sub>、入<sub>882</sub>、入<sub>883</sub>、入<sub>884</sub>、入<sub>885</sub>、入<sub>886</sub>、入<sub>887</sub>、入<sub>888</sub>、入<sub>889</sub>、入<sub>890</sub>、入<sub>891</sub>、入<sub>892</sub>、入<sub>893</sub>、入<sub>894</sub>、入<sub

(5)

特開平10-326939

8

信号光のパワーが一定に保たれる。温度調節回路74は、これらサーミスタやヘルツェ素子と共に温度制御を行なう機能を有しており、制御部71から与えられる電圧値を制御の基準電圧に使用して、対応するこれらのレーザダイオード79<sub>1</sub>～79<sub>N</sub>の温度調節を行うようになっている。

【0028】波長可変フィルタ68は本実施例で音響光学フィルタを使用している。音響光学フィルタは、光の入出力ポートと、RF信号入力ポートを有しており、RF信号の周波数の変化に応じてフィルタの入力光に対する透過ピーク波長が変化するようになった光学デバイスである。波長可変フィルタ錨引回路69は、音響光学フィルタからなる波長可変フィルタ68に与えるRF信号を生成する回路である。波長可変フィルタ68にRF信号を出力するためのRF信号出力ポートと、波長可変フィルタ制御回路76から入力する入力電圧ポートを有している。本実施例の波長可変フィルタ錨引回路69は内蔵の電圧制御発振器(VCO)によって、入力電圧に比例した周波数のRF信号を生成し、これを波長可変フィルタ68の駆動に必要なパワーにまで電力増幅する機能を有している。

【0029】図2は、光周期フィルタの構成を表したものである。光周期フィルタ72は、それぞれ1つずつの入力ポート81、スルーポート82、クロスポート83を備えたシステム多盤光カプラによって構成されている。本実施例では、マッハウェンダ型周波数光多重カプラを使用している。その入力ポート81には、すでに説明したように波長可変フィルタ68からその都度選択的に出力される单一波長の信号光が入力される。スルーポート82とクロスポート83の出力は、光検出器対73(図1)を構成する別々のフォトダイオードに入射するようになっている。

【0030】図3は、マッハウェンダ型周波数光多重カプラで構成された光周期フィルタの透過波長特性を表したものである。今、光周期フィルタ72の入力ポート81(図2)に、第1のレーザダイオード23<sub>1</sub>から出力される波長入<sub>1</sub>の信号光からなるモニタ光が入力されるものとする。波長を横軸に表わし、相対出力強度を縦軸に表わすと、実線で示すようなスルーポート82の信号光特性91と、点線で示すようなクロスポート83の信号光特性92が得られる。今、ある波長入<sub>1</sub>に着目してみると、このときのスルーポートの信号光の出力はP<sub>1</sub>、即ち、クロスポートの信号光の出力はP<sub>2</sub>になる。これらを光検出器対73(図1)内の一对のフォトダイオードが別々に検出することになる。検出された電流量は内蔵の図示しない電流-電圧変換回路を用いて電圧値に変換されて制御部71へ出力される。

【0031】制御部71内のピーク検出および帰還算出回路77は、光検出器対73の検出出力を入力して、一对のフォトダイオードの検出出力が等しくなるよう

に、すなわち2つの信号光の出力P<sub>1</sub>、P<sub>2</sub>が等しくなるような波長となるような誤差分を帰還算として演算し、これを帰還ループ選択制御回路78に供給する。帰還ループ選択制御回路78は、波長可変フィルタ制御回路76が波長可変フィルタ錨引回路69に单一の特定波長を選択させるのに応付けて、レーザダイオード79<sub>1</sub>(この例の場合にはレーザダイオード79<sub>1</sub>)に対応する帰還算として温度調節回路74に供給する。このようなフィードバック制御が行われる結果として、図3に示す波長安定点93の波長となるように第1のレーザダイオード23<sub>1</sub>についての温度制御が行われる。

【0032】このようにして第1のレーザダイオード23<sub>1</sub>についての温度調節が完了したら、制御部71内のピーク検出および帰還算出回路77は、波長可変フィルタ制御回路76に第2のレーザダイオード23<sub>2</sub>の波長入<sub>2</sub>の信号光の調整を依頼する。これにより、波長可変フィルタ錨引回路69は波長可変フィルタ68を波長入<sub>2</sub>の信号光を通過させるフィルタ特性に設定する。そして、前記したと同様な制御によって第2のレーザダイオード23<sub>2</sub>についての温度調節を行うことになる。このとき、帰還ループ選択制御回路78は、第2のレーザダイオード23<sub>2</sub>に対応する経路で帰還算を温度調節回路74に供給するように出力ポートの選択を行う。制御部71は帰還算の算出や錨引制御および帰還ループ選択のタイミング制御も管理する。以下同様にして、第3のレーザダイオード23<sub>3</sub>以降についての温度調節が維持することになる。

【0033】波長入<sub>N</sub>についての第Nのレーザダイオード23<sub>N</sub>までの温度調整が終したら、同様の制御が再び波長入<sub>N</sub>から繰り返され、これによって環境温度の変動に対応することができる。また、これら第1～第Nのレーザダイオード23<sub>1</sub>～23<sub>N</sub>の波長の制御の合間に、絶対基準光源62についての波長入<sub>0</sub>の制御も行われる。一例としては、第1のレーザダイオード23<sub>1</sub>の制御が開始する直前に絶対基準光源62の制御が毎回行われる。このとき帰還ループ選択制御回路78から出力される帰還算は温度調節回路74に供給される。このように絶対基準光源62に対して光周期フィルタ72の温度を固定することによって、本実施例の多波長光源用波長安定化装置の絶対波長精度が保証される。なお、数値“N”は本実施例の多波長光源用波長安定化装置で“4”であるが、N波多波長光源61の構成によって、これより大きい値をとることも、小さい値をとることも自由である。

【0034】本実施例の多波長光源用波長安定化装置では、N波多波長光源61(図1)として1548、1550、1552および1554nmのそれぞれ2nm間隔の4波の光源を使用しているものとする。第1～第4のレーザダイオード23<sub>1</sub>～23<sub>4</sub>は、それぞれの波長に近く、かつレーザダイオードモジュールに対する温度

(6)

特開平10-326939

9

調整によって、これら4つの波長に合わせることができるものを使用している。第1～第4のレーザダイオード23、～23、から出力される信号光は、4対1の光スター・カプラからなる光合波器63に入力されて1本の光ファイバに合波されることになる。

【0035】図4は、制御部による温度調整制御の流れを表したものである。制御部71は内蔵のCPUが、同じく内蔵のROM(リード・オンリ・メモリ)に格納されたプログラムを実行することによって一連の制御を実現する。すなわち、制御部71はその制御が開始されると初期設定を行い(ステップS101)、波長数を計数するための波長数カウンタ変数“counter”的初期化(“counter=0”)を行う(ステップS102)。続いて、波長可変フィルタ錦引回路69を介して短波長側から錦引を開始する(ステップS103、S104)。

【0036】波長可変フィルタ68の出力光は光周期フィルタ72の入力ポートに入力され、出力P<sub>1</sub>、P<sub>2</sub>が得られる。これを基にして制御部71が波長可変フィルタ68の透過光パワーの最大値を検出すると(ステップS105:Y)、錦引が一時的に停止される(ステップS106)。この状態で制御部71はスルーポートの出力とクロスポートの出力との誤差分を検出し、これらのポートの出力パワーが等しくなる波長(図3の波長安定点93の波長)に制御対象のレーザダイオード79の波長が安定するよう、温度調節回路74に対する錦引量を算出する(ステップS107)。この錦引量の算出は、PID制御すなわち比例、積分および微分要素の線形結合により錦引量を規定する制御に基づくものとする。

【0037】このようにして錦引量が算出されたら、CPUは波長数カウンタ変数“counter”が“0”であるかどうかをチェックする(ステップS108)。本実施例では、“counter=0”を絶対基準光源62として割り当てているので、算出された錦引量が絶対基準光源62用のものか温度調節回路74に対するものをチェックして、錦引量の送出先を設定するためである。すなわち、“0”である場合には(Y)、温度調節回路74のための出力ポートを選択し(ステップS109)、錦引量をこれに出力する(ステップS110)。この後、波長数カウンタ変数“counter”的値を“1”だけカウントアップする(ステップS111)。そして、カウントアップ後の波長数カウンタ変数“counter”的値が“N+1”(本実施例では“4+1”)となっているかどうかのチェックを行なう(ステップS112)。この例の場合には波長数カウンタ変数“counter”的値が“1”なので(N)、ステップS104に戻って第1の波長入、に設定するための錦引が開始されることになる。

【0038】一方、ステップS108で波長数カウンタ変数“counter”が“0”以外であった場合には(N)、錦引ループ選択制御回路78がそのカウント値、50

10

に等しい錦引ループ選択ループ番号の出力ポートを選択する(ステップS113)。例えば第1の波長入<sub>1</sub>についての錦引量が算出された場合には、第1のレーザダイオード79、の温度調整を行うための第1の出力ポートが選択され、錦引量が出力されることになる(ステップS114)。温度調節回路74はこの錦引量を用いて第1のレーザダイオード79、の温度調整を実行する。第2～第4の出力ポートも同様に波長数カウンタ変数“counter”に応じて選択されることになる。ステップS114で錦引量が出力されたら、ステップS111に進んで波長数カウンタ変数“counter”が“1”だけカウントアップされることになる。この結果、カウントアップ後の波長数カウンタ変数“counter”的値が“N+1”となっていれば(Y)、第Nのレーザダイオードモジュールまでの温度調整が終了することになる。そこで、この場合には再び調整サイクルを最初から開始させるためにステップS102に戻ることになる。

【0039】以上説明したように本実施例の多波長光源用波長安定化装置では、設定波長からのずれを光周期フィルタ72の2つの出力ポート91、92の光出力の比で規定することにした。したがって、波長可変フィルタ68は各波長入<sub>1</sub>、入<sub>2</sub>、…入<sub>N</sub>の選択を順次行っていくだけでよい。すなわち、波長安定度が波長可変フィルタ68の波長選択性としてのフィルタの通過帯域幅や波長可変フィルタ錦引回路69の精度に依存しない。また、多波長光源の波長数に依らず、必要な光検出器の検出素子の個数が2個分で足り、図10で示した光検出器45を構成する検出素子と比べると光検出器の構成の大幅な簡略化が可能になる。また、温度依存性を有するデバイスが比較的小型の光周期フィルタ72のみとなるため、多波長光源用波長安定化装置全体として高精度の温度制御が可能になり、温度依存性が低減されることになる。

#### 【0040】変形例

【0041】図5は、本発明の変形例における多波長光源用波長安定化装置の回路構成を表したものである。この図で先の実施例の図1と同一部分には同一の符号を付しており、これらの説明を適宜省略することにする。この図に示すように変形例の多波長光源用波長安定化装置では、先の実施例で光周期フィルタ72として使用されたマッハ・ウェンダ型周波数光多重カプラの代わりに光ファイバグレーティング101を使用している。光ファイバグレーティング101とは、光ファイバのコアおよびクラッドの境界面付近に回折格子を書き込んだもので、ブリッジ反射によって特定の波長の光のみを反射し、それ以外の波長の光を透過させるようにした光ファイバ型光学デバイスである。

【0042】この変形例では、光ファイバグレーティング101のこのような特性を利用してこれを透過型帯域阻止フィルタとして使用している。波長可変フィルタ6

(7)

特開平10-326939

12

11

8の出力光は、光ファイバグレーティング101からの反射光をN波多波長光源61(図1)側に戻さないための光アイソレータ102を通過した後、融着型光カプラのような1対1光分波器103で分波される。そして、光ファイバグレーティング101にこの分波光を通過させれる。

【0043】図6は光ファイバグレーティングを具体的に表したものである。光ファイバグレーティング101はN段直列接続された構成となっており、その最終段に接続された光検出器対73で信号光の検出を行うようしている。ここで、それぞれの光ファイバグレーティング部分101<sub>1</sub>～101<sub>N</sub>は、順に波長λ<sub>1</sub>、λ<sub>2</sub>、…λ<sub>N</sub>よりも±△だけシフトさせている。

【0044】図7は、この変形例の光ファイバグレーティングにおける信号光の各波長と光検出器の得る相対出力強度との関係を表したものである。信号光の各出力強度はそれぞれの波長λ<sub>1</sub>、λ<sub>2</sub>、…λ<sub>N</sub>に対しても実線111あるいは点線112で示すようになっており、光検出器73内の2つの検出素子オードの検出の差分に応じた帰還量をフィードバックすることで、差分が“0”となるような波長(実線111と点線112で示した特性曲線が交叉する波長)に調整することができる。先の実施例の多波長光源用波長安定化装置では、N波多波長光源61が等間隔の波長配置に限定されるが、この変形例では波長間隔が等しくないようなN波多波長光源に対しても適用することができるところになる。

【0045】

【発明の効果】以上説明したように請求項1記載の発明によれば、波長選択手段によって多波長の信号光の中から1種類ずつ信号光を選択し、周期的なバンドパス特性を有する光周期フィルタに入力するようにしたので、この出力側に配置された光検出器の個数をレーザダイオードの数によらずに2個に抑えることができる。これにより、多波長光源を構成するレーザダイオードの数が増加しても、光検出器の個数を変更する必要がなく、多波長光源用波長安定化装置の改造が容易になるばかりでなく、装置のコストアップを防止することができるという利点がある。また、光周期フィルタを小型の周波数多重光カプラで構成することができ、この場合には温度の制御が容易となって、高精度の温度安定化を容易に実現することができる。

【0046】また請求項2記載の発明によれば、帰引型波長可変フィルタで波長選択手段を構成したので、多波長光源の波長安定性がフィルタの波長透過性および帰引回路の精度に依存しなくなり、これら、帰引型波長可変フィルタや帰引回路を安価に製作することができるという

利点がある。

【0047】更に請求項3記載の発明では、各波長のレーザダイオードに対して順じて温度調節のための帰還量をフィードバックしていくことにしており、環境温度の変動に高精度に対応することができるという利点がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例における多波長光源用波長安定化装置の回路構成を示すブロック図である。

10 【図2】本実施例で使用される光周期フィルタの各ポートを示す説明図である。

【図3】本実施例で使用される光周期フィルタの透過波長特性と波長の制御原理の関係を示した説明図である。

【図4】本実施例で制御部による温度調整制御の流れを表わした流れ図である。

【図5】本発明の変形例における多波長光源用波長安定化装置の回路構成を示すブロック図である。

【図6】本発明の変形例における光ファイバグレーティングおよびその周辺を表わした説明図である。

20 【図7】本発明の変形例における光ファイバグレーティングの透過波長特性と波長の制御原理の関係を示した説明図である。

【図8】従来の多波長光源用波長安定化装置の第1の例についてその構成を示したブロック図である。

【図9】フィルタ掃引制御回路の動作を説明するための各種波形図である。

【図10】従来の多波長光源用波長安定化装置の第2の例についてその構成を示したブロック図である。

【図11】図10に示した誤差検出器の動作を説明するための波形説明図である。

【符号の説明】

41 多波長光源

61 N波多波長光源

62 絶対基準光源

63 光台波器

65 光分波器

67 モニタ光

68 波長可変フィルタ

71 制御部

40 72 光周期フィルタ

73 光検出器対

74 温度調節回路

79 レーザダイオード

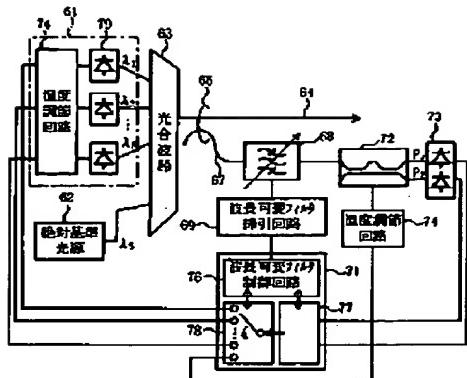
101 光ファイバグレーティング

103 1対1光分波器

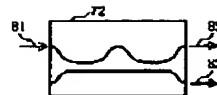
(8)

特開平10-326939

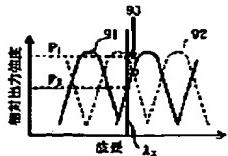
【図1】



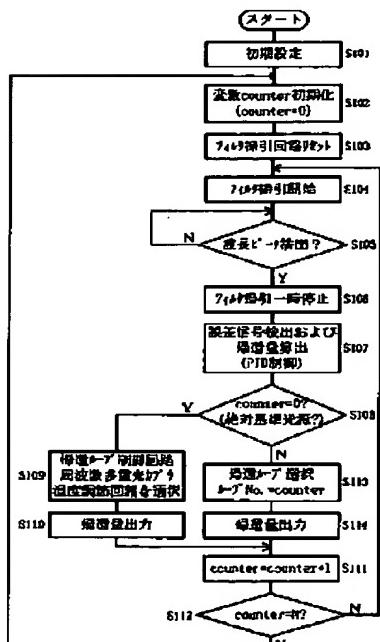
【図2】



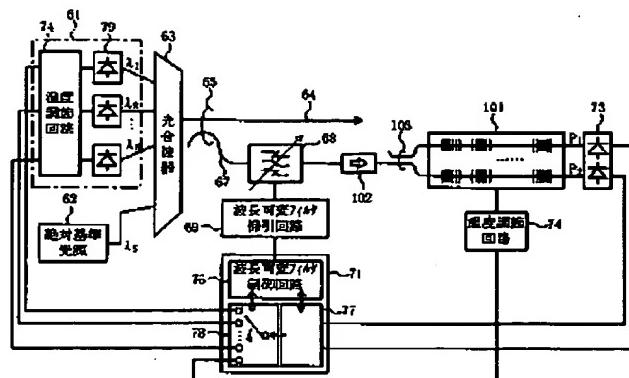
【図3】



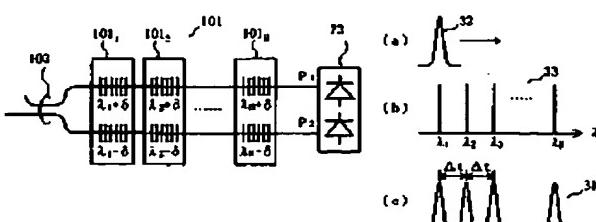
【図4】



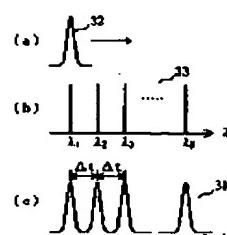
【図5】



【図6】



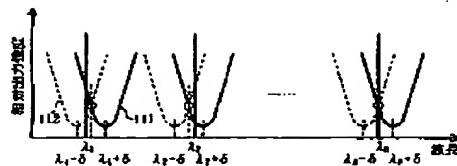
【図9】



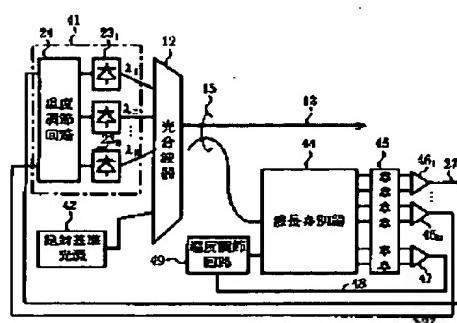
(9)

特開平10-326939

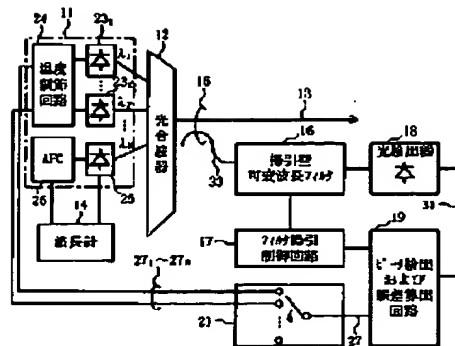
[图7]



[图10]



[図8]



[图 1-1]

